

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-270124

(43)Date of publication of application : 20.10.1995

(51)Int.Cl.

G01B 11/00
G06T 7/00
// G06T 3/00

(21)Application number : 06-060658

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 30.03.1994

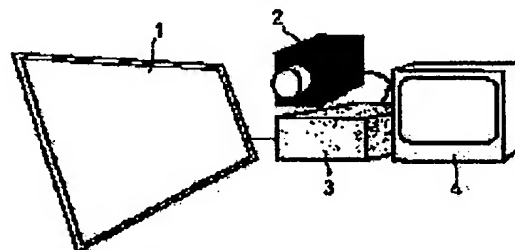
(72)Inventor : KATOU KOUICHI

**(54) METHOD AND APPARATUS FOR MEASUREMENT OF IMAGING SYSTEM
PARAMETER****(57)Abstract:**

PURPOSE: To easily install an object, to be tested, for an imaging-system parameter measurement, to measure and process the object, to be tested, at high speed and to avoid a measuring error or the like being propagated to a processed result.

CONSTITUTION: An image display device 1 which is flat and in which pixels are arranged with high accuracy is installed in front of a visual sensor 2 for an object to be measured. Thereby, the object to be measured is installed with high flexibility and easily.

On the basis of input information from the visual sensor 2, a graphic form on the image display device 1 is changed sequentially, and an imaging-system parameter is computed on the basis of geometric information on an observed graphic form by the visual sensor 2 and on the graphic form displayed on the image display device 1. By means of a purely geometrical computation in this manner, the convergence of a solution, the problem of an initial value and the like are eliminated, and the solution can be found at one blow. In addition, when the image display device 1 is used, the graphic form can be detected by processing only the difference between a plurality of images by an inverting display, a brightness change or the like, the detection accuracy of the graphic form is enhanced, an error is reduced, and the influence of the error on a processed result can be reduced.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

27.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 7 - 2 7 0 1 2 4

(43)公開日 平成7年(1995)10月20日

(51)Int. Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B	11/00	H		
G 0 6 T	7/00			
// G 0 6 T	3/00			
			G 0 6 F	15/62 4 1 5 15/66 3 6 0
審査請求	未請求	請求項の数 6	O L	(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平6-60658

(22)出願日 平成6年(1994)3月30日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 加藤 晃市

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本

電信電話株式会社内

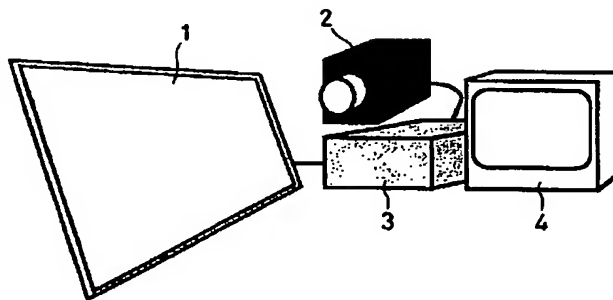
(74)代理人 弁理士 志賀 富士弥

(54)【発明の名称】撮像系パラメータ測定法とその装置

(57)【要約】

【目的】 撮像系パラメータ測定において、測定のための試験対象設置を容易にし、その測定処理を高速にし、計測誤差等の処理結果への伝搬を回避する。

【構成】 平面かつ高精度な画素配列の画像表示装置 1 を測定対象の視覚センサ 2 の前方に適度に傾けて設置する。これにより試験対象設置について、融通性を高め、容易性を得る。この視覚センサ 2 からの入力情報により画像表示装置 1 上の図形を逐次変更し、視覚センサ 2 の観測図形および画像表示装置 1 上の表示図形両方の幾何学情報から撮像系パラメータの計算を行う。このように純粋な幾何学計算によることにより、解の収束性、初期値問題等を無くし、一撃的に解を求める事を可能とする。また、画像表示装置 1 を用いることで、反転表示、明度変化等による複数枚の画像の差分処理のみで図形の検出を可能とし、図形検出精度を向上させて誤差を少なくし、処理結果への影響を軽減させる。



- 1 …画像表示装置
- 2 …視覚センサ
- 3 …計算処理装置
- 4 …モニタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平面かつ高精度な画素配列を有する画像表示手段を計測対象である視覚センサの前方に設置して該視覚センサにより撮影し、該視覚センサに観測される画像表示手段上の描画図形を情報としてその図形を変化させる段階と、該視覚センサの入力図形と画像表示装置上の描画図形の情報より視覚センサの空間中での位置姿勢と、レンズ及び撮像素子を含む撮像系に起因するパラメータを決定する段階を有し、上記段階を一回または複数回繰り返すことを特徴とする撮像系パラメータ測定法。

【請求項 2】 平面かつ高精度な画素配列を有し測定対象である視覚センサの前方に設置した画像表示手段と、前記画像表示手段の表示画面上に図形を描画するとともに該描画図形を前記視覚センサより入力して該描画図形と該入力図形から視覚センサの空間中での位置姿勢とレンズ及び撮像素子を含む撮像系に起因するパラメータを決定する計算処理手段と、を有することを特徴とする撮像系パラメータ測定装置。

【請求項 3】 パラメータを決定する段階が、画像表示手段へ図形を描画し視覚センサにてその図形を検出する第 1 の処理手順と、第 1 の処理手順における図形情報から撮像系パラメータを計算する第 2 の処理手順と、第 2 の処理手順で得られた撮像系パラメータと真値との誤差を検出し誤差があれば条件を変えて第 1 の手順に戻る第 3 の処理手順と、第 3 の処理手順での誤差が無くなった時点で撮像系パラメータを出力する第 4 の処理手順と、から成ることを特徴とする請求項 1 記載の撮像系パラメータ測定法。

【請求項 4】 第 2 の処理手順が、画像表示手段に少なくとも 2 組の平行線群を表示して検出した各組の直線の交点から画像中心を求めるものであることを特徴とする請求項 3 記載の撮像系パラメータ測定装置。

【請求項 5】 第 2 の処理手順が、撮像系パラメータとして求めた画像中心から撮像面上で直交する直線上の等距離にある点を画像表示手段へ描画処理し、画像表示手段上の該 2 直線の交点のなす角度と該交点からの前記点の対応点の距離から視覚センサの位置姿勢を計算するものであることを特徴とする請求項 3 記載の撮像系パラメータ測定装置。

【請求項 6】 線分もしくは点もしくは図形を検出する処理を、画像表示手段への描画図形を反転表示もしくは明度変化させて複数枚の画像の差分処理で行うことを特徴とする請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 に記載の撮像系のパラメータ測定法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、視覚センサを入力手段として得られる情報から、実環境中において計測及び作業を行う上で必要となる当該視覚センサの位置姿勢情

報、画像中心等の撮像系パラメータ等を算出する方法と装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 通常、撮像系パラメータを算出するために用いられる手法は、テストボタンとして空間中の既知の位置に配置した複数の点あるいは線分を検出し、射影幾何学の問題として計算するものである。

【0003】 この場合、歪みがなく理想的な撮像系であれば純粋な幾何学問題として扱えるのであるが、現実にはレンズの歪曲収差や撮像素子の歪み等が影響し誤差をもたらす事になる。歪みによる誤差を解決するために用いられてきた手法は、撮像系モデルに歪モデルを加え、算出された撮像系モデルと実際の入力画像との誤差を最小にするように各パラメータを反復計算する方法であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この方法では試験対象であるテストボタンの配置や撮像モデルに対する初期値の与え方が解の収束に影響する。ここで、適切な初期値は完全に未知であるため安定な結果を得ることは難しい。通常は、初期値として理想的な歪みの無いモデルを設定するが、広角レンズや、魚眼レンズといった歪みの強い光学系では、解の収束が期待できず適用は困難である。また、歪が大きいほど反復計算に時間を要する。

【0005】 さらに、点や線分の検出は適切な二値化処理を必要とし、入力画像にノイズを伴う場合は十分な精度が得られない問題がある。また、これらの検出には量子化誤差が含まれるため、これも計算結果に影響を及ぼす問題がある。

【0006】 試験対象であるテストボタンの設置にも厳密な精度が必要とされ、この精度も直接、結果に影響する。よって高精度を得ようとすれば測定の簡易性は乏しいものとなる。

【0007】 本発明の目的は、上記従来の手法において問題とされていた試験対象設置の容易性、処理の高速性、計測誤差等の処理結果への伝搬等の問題点を解決した撮像系パラメータ測定法とその装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、請求項 1 の発明の撮像系パラメータ測定法では、平面かつ高精度な画素配列を有する画像表示手段を計測対象である視覚センサの前方に設置して該視覚センサにより撮影し、該視覚センサに観測される画像表示手段上の描画図形を情報としてその図形を変化させる段階と、該視覚センサの入力図形と画像表示装置上の描画図形の情報より視覚センサの空間中での位置姿勢と、レンズ及び撮像素子を含む撮像系に起因するパラメータを決定する段階を有し、上記段階を一回または複数回繰り返す。

【0009】また、請求項2の発明では、平面かつ高精度な画像配列を有し測定対象である視覚センサの前方に設置した画像表示手段と、前記画像表示手段の表示画面上に図形を描画するとともに該描画図形を前記視覚センサより入力して該描画図形と該入力図形から視覚センサの空間中での位置姿勢とレンズ及び撮像素子を含む撮像系に起因するパラメータを決定する計算処理手段と、を有する装置構成とする。

【0010】また、請求項3の発明では、請求項1の方法において、パラメータを決定する段階を、画像表示手段へ図形を描画し視覚センサにてその図形を検出する第1の処理手順と、第1の処理手順における図形情報から撮像系パラメータを計算する第2の処理手順と、第2の処理手順で得られた撮像系パラメータと真値との誤差を検出し誤差があれば条件を変えて第1の処理手順に戻る第3の処理手順と、第3の処理手順での誤差が無くなった時点で撮像系パラメータを出力する第4の処理手順と、で構成する。

【0011】また、請求項4の発明では、上記請求項3の発明において、第2の処理手順を、画像表示手段に少なくとも2組の平行線群を表示して検出した各組の直線の交点から画像中心を求めるものとする。

【0012】また、請求項5の発明では、上記請求項3の発明において、第2の処理手順が、撮像系パラメータとして求めた画像中心から撮像面上で直交する直線上の等距離にある点を画像表示手段へ描画処理し、画像表示手段上の該2直線の交点のなす角度と該交点からの前記点の対応点の距離から視覚センサの位置姿勢を計算するものであることを特徴とする請求項3記載の撮像系パラメータ測定装置。

【0013】さらに、請求項6の発明では、上記の各測定法において、線分もしくは点もしくは図形を検出する処理を、画像表示手段への描画図形を反転表示もしくは明度変化させて複数枚の画像の差分処理で行うこととする。

【0014】

【作用】本発明の撮像系パラメータ測定法とその装置では、試験対象である画像表示手段の設置を、測定対象の視覚センサの前方に配置するのみでよくすることにより、設置の融通性を非常に高いものとして、試験対象設置の容易性を実現する。

【0015】また、純粋な幾何学計算により、撮像系パラメータを求めることにより、従来問題であった解の収束性、初期値問題等を無くし、一撃的に解を求める事を可能として、処理の高速性を実現する。

【0016】さらに、画像表示手段により試験対象等の図形や線分、点を表示することで、それらの反転表示、明度変化を可能とし、複数枚の画像による差分処理のみで図形等を検出することにより、図形等の検出精度を向上させて誤差を減少させ、図形検出誤差による処理結果

への影響を軽減した撮像系パラメータの測定を可能とする。

【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面により詳細に説明する。

【0018】図1は、本発明の一実施例を説明する図であって、1は試験対象である画像表示装置、2は測定対象である視覚センサ、3は視覚センサ2及び画像表示装置1からの入力を受け取って処理を行う計算処理装置、4は視覚センサ2の入力を表示するモニタである。画像表示装置1としては例えば液晶等のように平面かつ高精度な画像表示素子配列を有するものとし、その設置に関しては、視覚センサ2に対して適度に傾斜を保つ様にモニタ4を見ながら設置する。

【0019】図2は本実施例の処理手順概略を示す図である。＜1＞は画像表示装置1へ図形を描画し視覚センサ2にてその図形を検出する処理、＜2＞は図形検出処理＜1＞における図形情報から撮像系パラメータを計算し取得する処理、＜3＞は撮像系パラメータ取得処理＜2＞で得られた撮像系パラメータと真値との誤差を検出する処理、＜4＞は誤差検出処理＜3＞での誤差が無くなった時点で撮像系パラメータを出力する処理結果出力処理である。

【0020】図3は図2中の図形検出処理＜1＞の具体例を示す処理手順の構成図である。5はレンズ歪検出処理、6は通常レンズ画像中心検出処理、7は歪曲収差中心検出処理、8は描画処理、9は図形検出処理、10は図形判定処理である。以下、各処理について説明する。

【0021】図5はレンズ歪検出処理5を説明するための図であって、13、14は視覚センサからの入力画像である。レンズ歪検出処理5では、画像表示装置1上に直線群を描画し、これを図1の視覚センサ2により観測する。この時、図5(a)に示す入力画像13の様に全ての直線が完全な直線として観測される場合は通常画像レンズ中心検出処理6に、図5(b)に示す入力画像14の様に曲線として観測される場合は歪曲収差中心検出処理7へと移行する。

【0022】図6は通常画像レンズ中心検出処理6を説明するための図であって、図6(a)において16は画像表示装置に描画された平行線群、15はその平行線群16の消失点である。通常画像レンズ中心検出処理6では、任意の角度 θ で交差する平行線群16を描画し、各々の平行線の消失点15を計算する。同様の処理を画像表示装置1の視覚センサ2に対する角度を変更し3回行う。

【0023】図6(b)に示すように、この3回の処理により得られた3組の消失点をそれぞれ15a、15b、15cとし、画像表示装置1上での交差角を θ_a 、 θ_b 、 θ_c とする。ここで $\theta_a \sim \theta_c$ の各交差角が90度であるとする、画像プレーンP上の一組の消失点に

10

20

30

40

50

対し CCD カメラの視点位置は、消失点を結んだ直線を直径とする球の表面に限定できる。この球が 3 組独立に設定でき、全ての球が交わる一点 O が視点位置となる。よって画像プレーン P 上に対し視点位置 O から下ろした垂線の交わる点 O' が画像中心である。また、OO' の長さ f が焦点距離となる。

【0024】図 7 は歪曲収差中心検出処理 7 を説明するための図であって、17, 18 は視覚センサにより観測される直線、19 はそれらの直線の交点である。歪曲収差中心検出処理 7 では、図 7 (a) に示すように直線 17 を平行移動しながら描画を繰り返し完全な直線 18 として観測される位置を検出する。図 7 (b) に示すように、この処理を異なる方向から少なくとも二回以上行いその交点 19 を求める。この交点 19 が歪の中心であり、すなわち画像中心となる。

【0025】図 8 は描画処理 8、図形検出処理 9、図形判定処理 10 における目的とする描画図形を説明するための図である。この一連の処理では、モニタ 4 上の画像中心 19 から水平方向、垂直方向に等距離 n に投影される対応点 21 ~ 24 を画像表示装置 1 上に描画する。

【0026】図 9 は描画処理 8、図形検出処理 9、図形判定処理 10 における、図形描画手法を説明するための図である。点 21 を例とすると、図 9 (a) に示す画像表示装置 1 の任意の領域 26 を点滅させたとき、図 8 のモニタ 4 上の点 21 でその変化が観測されれば領域 26 が候補領域となり、そうでなければ、領域 26 以外の部分が候補となる。さらに、図 9 (b) に示すように候補領域となった画像表示装置 1 上の部分に対し領域 2 分割をおこない同様に一方の領域 27 のみを点滅させ、候補領域の限定を行う。上記処理を、複数回繰り返すことにより、対応点 21 が決定される。同様の処理を点 22 ~ 24 について行う。

【0027】図 10 は画像表示装置 1 上での描画結果を説明するための図であって、P は画像表示装置 1 の表示部分である。上記の処理の結果、図 10 (a) の画像表示装置の表示部分 P に、モニタ 4 上の画像中心 19 と各対応点 21 ~ 24 が描画される。ここで、図 10 (b) に示すように、点 21 と点 19 の画像表示装置 1 上での距離を a、点 22 と点 19 の画像表示装置 1 上での距離を b、点 23 と点 19 の画像表示装置 1 上での距離を c、点 24 と点 19 の画像表示装置 1 上での距離を d、点 21 と点 23 および点 22 と点 24 を結ぶ直線が交差する角度を θ とする。

【0028】図 4 は図 2 中の撮像系パラメータ取得処理 <2> の具体例を示す処理手順構成図である。撮像系パラメータ取得処理 <2> は、視点位置計算処理 11 と、撮像系パラメータ導出処理 12 から成る。以下、これらの各処理について説明する。

【0029】図 11 は視点位置計測の原理を説明するための図である。視覚センサ 2 において、画像中心 19 か

ら等間隔に観測された点 21 ~ 24 は、視覚センサ 2 の 3 次元空間中での位置 29 を頂点とする円錐 28 の円錐面上の点であり、点 19 は円錐の軸方向である。点 21 と点 23 および点 22 と点 24 を結ぶ直線はこの円錐の底面で直交する直線として投影される。ここで、視覚センサの受光素子からの出力について縦横比に差がある場合、円錐ではなく楕円錐となる。

【0030】図 12 は点 21 と点 23 を結んだ線分による、視覚センサ視点位置推定を説明するための図である。点 29 を頂点とする円錐または楕円錐は、図 12 (a) に示すように、中心軸である点 29 と点 19 を結ぶ直線を含む面で切断すると、その断面は三角形となり、中心軸は角の二分線である。この条件から視点位置 29 の存在範囲を求めると、図 12 (b) に示すように、 $a > b$ としたときに点 21 と点 23 を結んだ線分の点 23 方向への延長上で点 19 から距離 $ab/(a-b)$ の点 30 を中心とする半径 $ab/(a-b)$ の球 g1 の表面となる。同様に点 21 と点 23 を結んだ線分についても球 g2 が設定できる。よって視点位置は、図 12 (c) に示すようにこの 2 個の球の交わる円 S 上に拘束される。

【0031】ただし、光軸に対して画像表示装置 1 が垂直に置かれた場合、球 g の半径が無限大となり視点位置計算ができなくなる。この場合、画像表示装置 1 を傾けて置くように指示を出し、再度、視点位置計算を行わせる方法、あるいは垂直位置のままカメラパラメータを計算する方法が考えられる。

【0032】垂直位置のまま計算を行う場合には、従来提案されている方法を適用することが可能であり、例えば、下記のような手法が適用できる。

【0033】収差歪みが大きい場合の手法：Y. Nomura, H. Naruse, M. Sagara and A. Ide. 「Simple calibration algorithm for high-distortion-lens camera」(文献 1: IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol PAMI-14, No. 11, pp. 1095-1099, Nov. 1992.) 収差歪みが小さい場合の手法：J. Weng. 「Camera Calibration with Distortion Models and Accuracy Evaluation」(文献 2: IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol PAMI-14, No. 10, pp. 965-980, Oct. 1992.) ここで、従来手法において入力画像と実際の 3 次元画像の対応決定は手作業で行う以外に方法がなかった。この点に関して本手法では、描画と画像入力を同時に行っているため、手作業で対応点決定をする

必要がなく、従来手法の問題を解決している。

【0034】図13は点21と点23および点22と点24を結ぶ直線が直角に観測されることを条件とした視覚センサ視点位置推定を説明するための図である。この二直線が直交するように観測される視点位置は、点19を頂点とした長軸短軸比が $\cos(\sin^{-1}(\tan(\theta/2))) : 1$ である楕円を底面とする楕円錐の表面となる。この楕円錐の表面と前述した円は二点で交わり、この内画像表示装置の表面方向に位置する点29が視覚センサの視点位置となる。以上の様にして、画像表示装置1に対する視覚センサ2の結像点位置が計算可能である。

【0035】処理<3>は、処理<2>で求めた視覚センサの結像点位置の誤差を検証する処理である。具体的には、画像表示装置に別の図形を描画し、ここから計算されるこの実際の図形形状と視覚センサ情報のみから計算した図形形状との差により検証するものとする。ここで誤差が検出された場合、画像中心等のパラメータを変更し図2の処理<1>へもどり、誤差が無ければ、撮像素子上の各点について、光軸を天頂とした時の極座標変換テーブルを計算し処理<4>へ移行する。極座標変換テーブルの計算は、処理8~10と同様の操作によって可能である。これは、図15に示すように画像表示装置の液晶等の表示面上の任意の位置を点滅させた場合、モニタおよび、表示面上の位置関係から光軸を天頂とした時、点滅方向の緯度、経度が一意に求まることを原理としている。

【0036】処理<4>では、処理<3>で得られた結果を利用し撮像素子パラメータを計算する。ここで言う撮像素子パラメータとは、焦点距離、レンズ収差、画像中心等の光学パラメータおよび、実空間中でのカメラの位置、姿勢といった外部パラメータである。この内、画像中心に関しては導出済みであるため、焦点距離、レンズ歪み等を求めればよい。これは、先に示した文献2に示されるような光学モデルに対し、導出した変換系テーブルがフィティングするよう、光学モデルの各係数を求めることで行う。

【0037】また、外部パラメータに関しては、画像表示装置の表示面とカメラ位置の関係が求まっているので、実空間中の基準となる位置からの表示面の方向、距離、姿勢を正確に実計測することで導出できる。

【0038】図14において点30, 21, 23を結ぶ三角形の頂点角 θ_1 と、点30, 22, 24を結ぶ三角形の頂点角 θ_2 について、各々の二等分角の正接を計算することで撮像素子の縦横比の計算が可能である。

【0039】よって、必要とする撮像素子パラメータが導出可能となる。

【0040】以上までに述べた各処理において、画像表示装置に表示された図形等を検出する場合、線分もしくは点もしくは図形の検出処理を、画像表示手段への描画

図形を反転表示もしくは明度変化させて得られる複数枚の画像の差分処理で行うことによって、容易に、かつ検出誤差を減少させることができる。

【0041】以上で述べたように、本実施例は、画像表示装置を視覚センサの前方に適度に傾けて設置すること、視覚センサからの入力情報により画像表示装置上の図形等を逐次変更し、視覚センサの観測図形等および画像表示装置上の表示図形等両方の幾何学情報から撮像素子パラメータの計算を行うこと、図形等検出時は、表示図形等の複数回の反転表示あるいは明度変化を行いその差分画像を検出すること、を主要な特徴とする。

【0042】このような特徴的な構成によって、従来技術とは、試験対象である画像表示装置の設置に融通性が高いこと、撮像素子に強い収差歪あるいは画像の縦横比が異なる場合においても計測可能であり、計算の高速かつ高精度を実現していること、ノイズ状況下においても、高精度に図形検出が可能であること、というような異なる効果が得られる。

【0043】なお、上記の実施例の処理を同様の撮像素子に対し複数回繰り返せば、さらなる精度向上を図ることができ、また入力を複数の視覚センサとすれば視覚センサ相互の位置関係も測定が可能であるから、視覚センサによる3次元計測あるいは視覚センサによるナビゲーションシステムにおいても、精度を向上させる効果がある。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1、請求項2に代表される本発明の撮像素子パラメータ測定法とその装置によれば、純粋な幾何学計算のみで撮像素子パラメータの導出が可能であり、解の収束性、初期値問題等はなく、一撃的に解を求める事ができ、処理の高速性が得られる。また、試験のための画像表示手段の設置は、視覚センサに対して任意に配置するのみでよく、設置の融通性が非常に高く、試験対象設置の容易性が得られる。

【0045】また、請求項1、請求項2に代表される本発明、特に請求項6の発明によれば、画像表示手段を用いたことで、その表示を反転表示、明度変化させることが可能であるため、複数枚の画像による差分処理のみで図形等の検出ができ、図形等の検出精度が向上し、かつ撮像素子毎の対応領域も検出可能であるので、量子化誤差も少ない。従って、光学系歪、あるいは量子化誤差、図形検出誤差による処理結果への影響を軽減した撮像素子パラメータの測定が可能となる。

【0046】また、請求項3の発明によれば、特に、誤差検出を行い、誤差の無い撮像素子パラメータを出力するので、一層の精度向上が図れる。

【0047】また、請求項4の発明によれば、特に、撮像素子パラメータの一つである画像中心が容易に求められる。

【0048】さらに、請求項5の発明によれば、特に、

視覚センサの位置、姿勢に関する撮像系パラメータが容易に求められる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例を示す構成図

【図 2】 上記実施例の処理手順概略を示す図

【図 3】 図 2 の処理手順における図形検出処理の具体例を示す図

【図 4】 図 2 の処理手順における撮像系パラメータ取得処理の具体例を示す図

【図 5】 (a), (b) は図 3 の図形検出処理における上記レンズ歪検出処理を説明するための図

【図 6】 (a), (b) は図 3 の図形検出処理における通常レンズ画像中心検出処理を説明するための図

【図 7】 (a), (b) は図 3 の図形検出処理における歪曲中心推定処理を説明するための図

【図 8】 図 3 の図形検出処理における描画処理、図形検出処理、図形判定処理において目標となる図形を説明するための図

【図 9】 (a), (b) は図 3 の図形検出処理中の描画処理、図形検出処理、図形判定処理における図形描画手法を説明するための図

【図 10】 (a), (b) は図 9 の図形描画手法による描画画像を説明するための図

【図 11】 図 4 の撮像系パラメータ取得処理における視点位置計測の原理を説明するための図

【図 12】 (a), (b), (c) は図 4 の撮像系パラメータ取得処理における視覚センサ視点位置推定を説明するための図

【図 13】 図 4 の撮像系パラメータ取得処理における具

体的な条件による視覚センサ視点位置推定を説明するための図

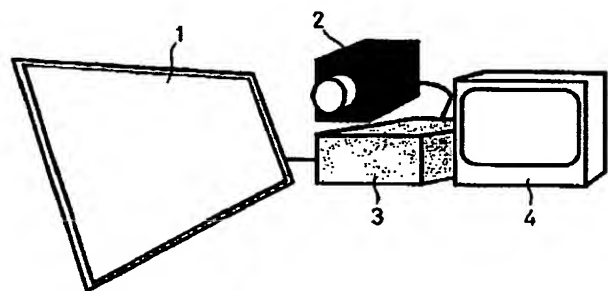
【図 14】 図 2 の処理結果出力処理における出力画像の縦横比の導出を説明するための図

【図 15】 図 2 の誤差検出処理における極座標変換テーブルの計算の原理を説明するための図

【符号の説明】

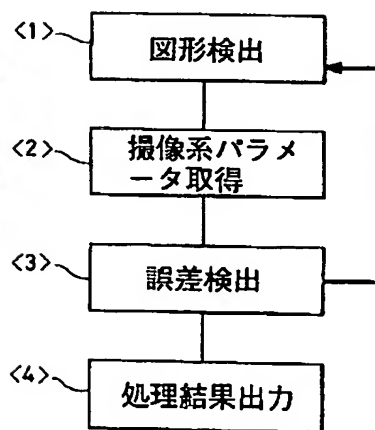
- 1…画像表示装置
- 2…視覚センサ
- 3…計算処理装置
- 4…モニタ
- 5…レンズ歪検出処理
- 6…通常レンズ画像中心検出処理
- 7…歪曲収差中心検出処理
- 8…描画処理
- 9…図形検出処理
- 10…図形判定処理
- 11…視点位置計算処理
- 12…撮像系パラメータ導出処理
- 13, 14…視点センサからの入力画像
- 15…消失点
- 16…平行線群
- 17, 18…直線
- 19…直線の交点 (画像中心)
- 21～24…画像中心より等距離に観測される点
- 26, 27…点滅領域
- 28…円錐
- 29…視覚センサの視点位置

【図 1】

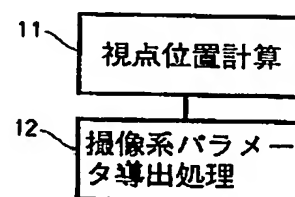


- 1…画像表示装置
- 2…視覚センサ
- 3…計算処理装置
- 4…モニタ

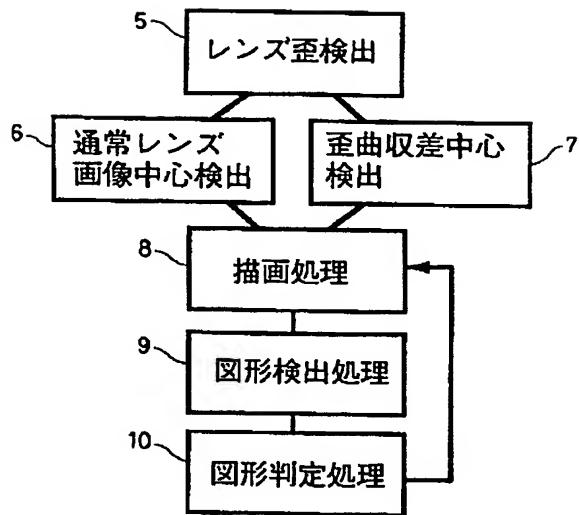
【図 2】



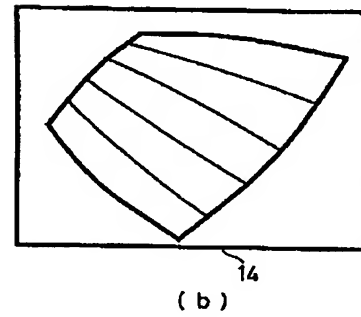
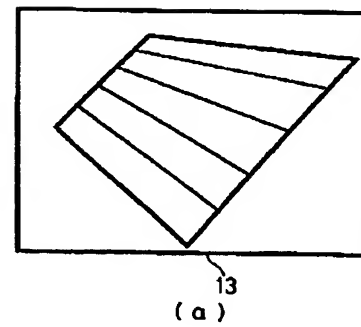
【図 4】



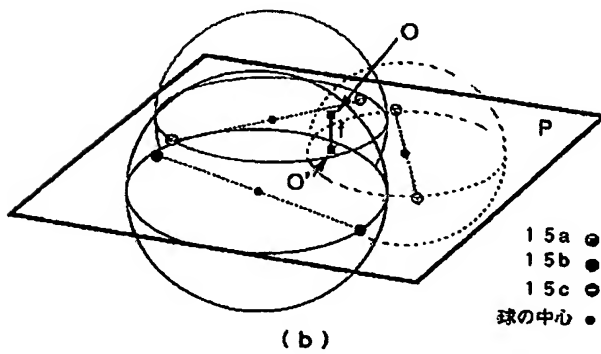
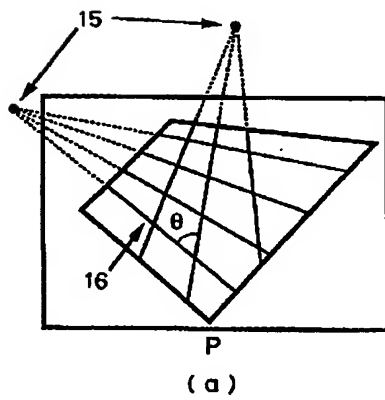
【図 3】



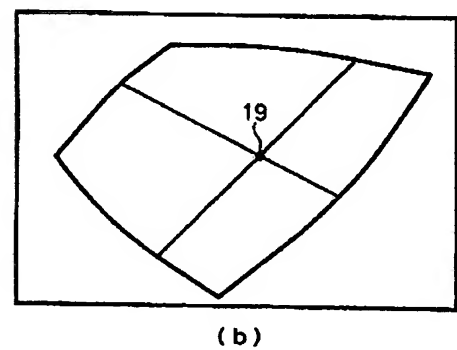
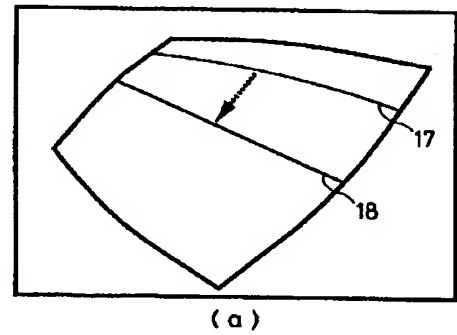
【図 5】



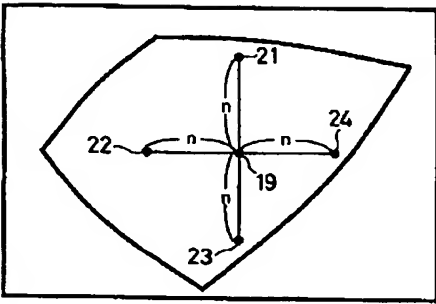
【図 6】



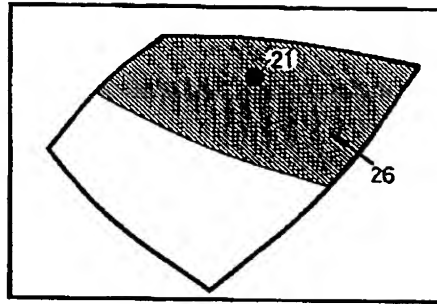
【図 7】



【図 8】

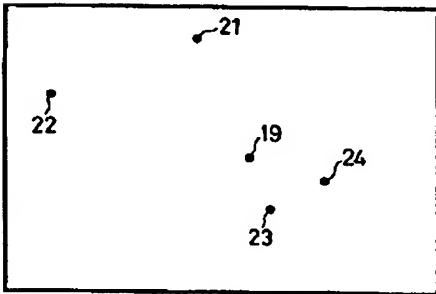
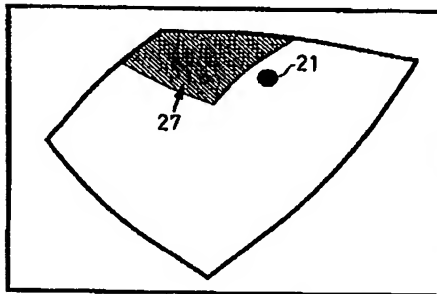


【図 9】



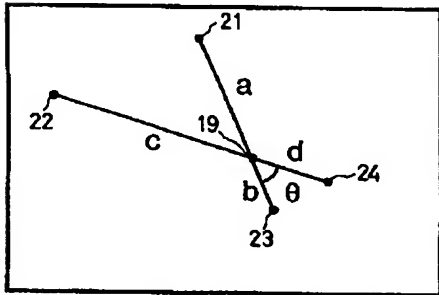
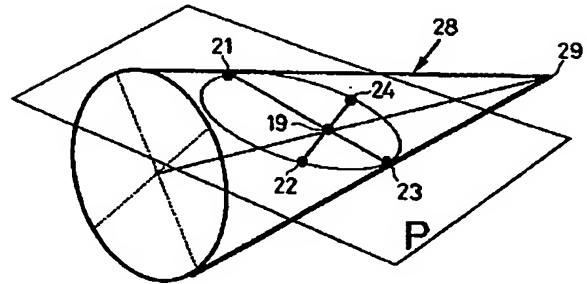
(a)

【図 10】

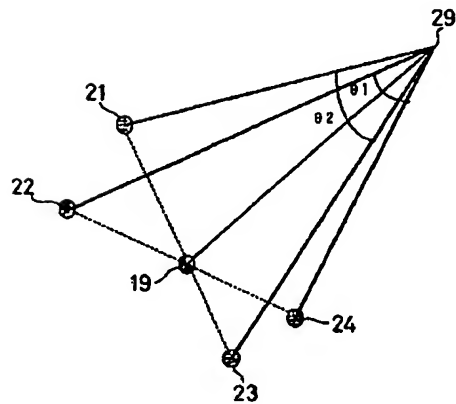
P
(a)

(b)

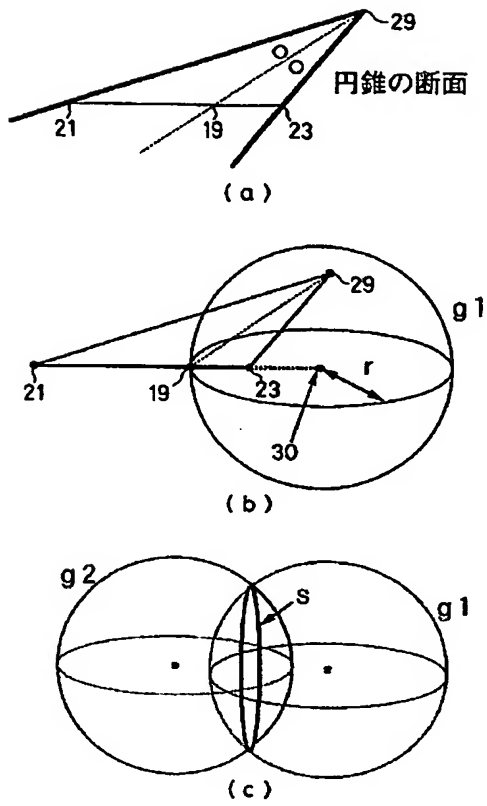
【図 11】

P
(b)

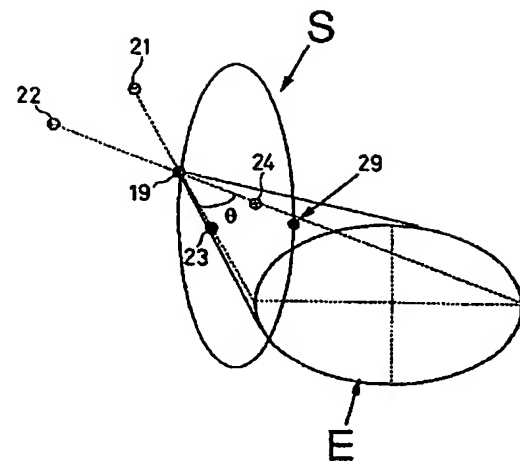
【図 14】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 5】

